

УДК 621.05

**Р.С. БАРИБРУС**, магистр НТУ «ХПИ»

# **СИНТЕЗ СХЕМЫ ПНЕВМОАГРЕГАТА ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА**

Предлагается провести синтез схем пневматического манипулятора двумя методами: с использованием стандартной позиционной структуры и методом полной минимизации стандартной позиционной структуры.

Пропонується провести синтез схем пневматичного маніпулятора двома методами: з використанням стандартної позиційної структури та методом повної мінімізації стандартної позиційної структури.

It was proposed to conduct the synthesis of charts of pneumatic manipulator two methods: with the use of standard position structure and by the method of complete minimization of standard position structure.

В данной статье проводится синтез схем пневматического манипулятора двумя методами: с использованием стандартной позиционной структуры и методом полной минимизации стандартной позиционной структуры [1, 2].

Исполнительными устройствами автоматического манипулятора являются пневматические цилиндры Ц<sub>1</sub>–Ц<sub>4</sub>. Исходное положение Ц<sub>1</sub> контролирует конечный выключатель (ВК) X<sub>2</sub>, а его конечное положение – X<sub>3</sub>. Исходное положение Ц<sub>2</sub> контролирует ВК X<sub>4</sub>, а конечное положение – X<sub>5</sub>. Конечное положение Ц<sub>3</sub> контролирует ВК X<sub>7</sub>. Исходное положение Ц<sub>4</sub> контролирует ВК X<sub>8</sub>, а его конечное положение – X<sub>9</sub> (табл. 1)

Цикл работы начинается с нажатия на кнопку пуска X<sub>1</sub> (X<sub>1</sub> = 1) при этом происходит захват заготовки Z<sub>1</sub> = 1, в конечном положении цилиндр Ц<sub>1</sub> воздействует на конечный выключатель X<sub>3</sub> = 1 и происходит подъем руки Z<sub>2</sub> = 1. Затем по сигналу X<sub>5</sub> = 1 от ВК происходит поворот руки (Z<sub>3</sub> = 1). В конце хода Ц<sub>3</sub> воздействует на ВК по сигналу X<sub>7</sub> = 1 и корпус манипулятора поворачивается (Z<sub>4</sub> = 1), заготовка устанавливается на указанное место. Далее по сигналу X<sub>9</sub> = 1 происходит разжим заготовки  $\bar{Z}_1 = 1$ . По сигналу ВК X<sub>2</sub> = 1 корпус манипулятора поворачивается назад  $\bar{Z}_4 = 1$ . Поворот руки назад ( $\bar{Z}_3 = 1$ ) осуществляется по сигналу X<sub>8</sub> = 1, далее по сигналу  $\bar{X}_7 = 1$  происходит опускание руки  $\bar{Z}_2 = 1$ .

Кнопка P<sub>стоп</sub> устанавливает все исполнительный устройства и все распределители командоаппарата в исходное положение.

Таблица 1

Взаимодействие входных и исполнительных устройств

Наименование операции	Выходные сигналы	Входные сигналы	
		начальные	конечные
Захват заготовки	Z <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
Подъем руки	Z <sub>2</sub>	–	X <sub>5</sub>
Поворот руки	Z <sub>3</sub>	–	X <sub>7</sub>
Поворот корпуса	Z <sub>4</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>

Для построения схемы с использованием стандартной позиционной структуры (рис. 2) воспользуемся формулой:

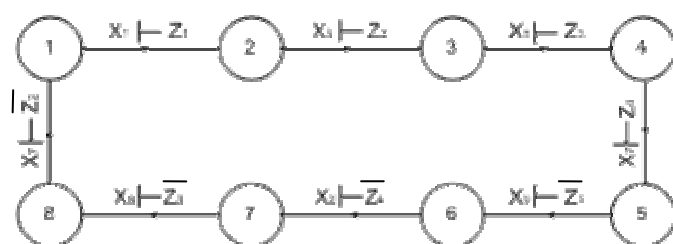


Рис. 1. Граф операций, который описывает условия работы системы управления

$$S_i = p_i y_{i-1}, \quad (1)$$

где  $S_i$  – сигнал включения  $i$ -го элемента памяти (ЭП);  $p_i$  – входной набор, который переводит систему из одного состояния в другое в  $i$ -м переходе;  $y_{i-1}$  – выход ЭП в предыдущем переходе  $i-1$  (рис. 1).

Функции выходов  $Z = f(y)$  зависят только от внутренних состояний и не зависят от входных наборов  $Z_m = y_i$ , где  $Z_m$  – функция выхода  $m$ .

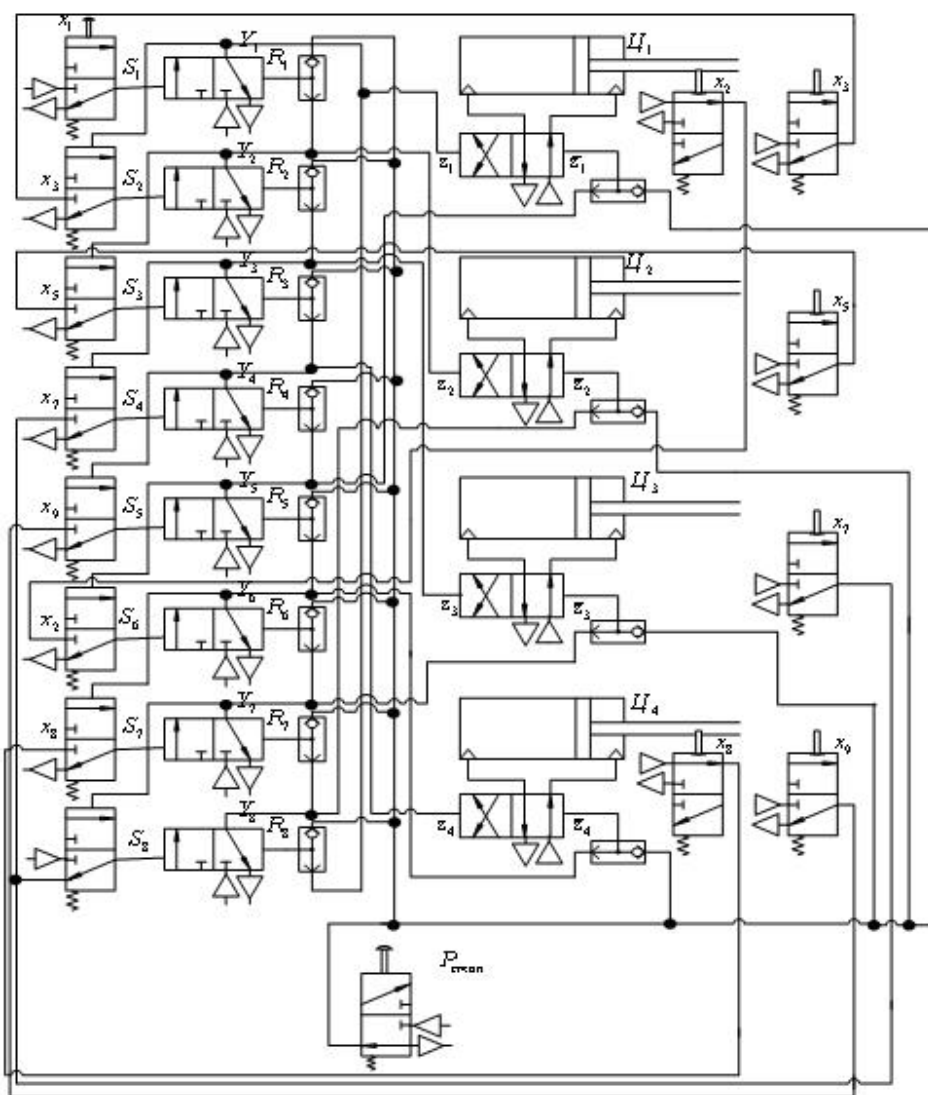


Рис. 2. Пневматическая схема управления промышленным роботом реализованная с использованием стандартной позиционной структуры

Если входная последовательность содержит одинаковые наборы, то проводим её разбиение на  $\pi$  блоки, не содержащие одинаковые входные наборы. Разбиение

осуществляется по циклу с какого-либо набора, с учетом, чтобы одинаковые наборы не были последними в блоке. Если при разбиении получилось два блока, то используется один элемент памяти с двумя выходами – прямым и инверсным  $(y, \bar{y})$ . В случае отсутствия одинаковых наборов разбиение не нужно. Далее переходим к минимизации логических уравнений на основании матрицы соответствий (МС).

Использование МС позволяет синтезировать систему уравнений независимо от числа входов и выходов, поскольку размерность МС определяется числом переходов системы управления. Строки МС соответствуют входным наборам  $P$  с учетом сигналов  $u$  с выходов ЭП, а столбцы – сигналам, которые вызывают переходы управляющего аппарата.

На пересечении строки  $i$  и столбца  $j$  ставится единица, если входные сигналы, которые соответствуют столбцу  $j$ , входят во входной набор, который соответствует строке  $i$ , в противном случае ставится 0. Противоречивые единицы обводятся в круг. Единицы, соответствующие переходам, выделяют «жирным» шрифтом.

В общем случае для удаления противоречивых единиц сигналы сканируемого столбца необходимо удлинить сигналами, присутствующими на данном переходе и отсутствующими в переходе, где находится противоречивая единица. Таких сигналов может быть несколько, но нужно стремиться к их минимальному числу.

Логические уравнения включения исполнительных устройств и ЭП получаем из выражений, записанных сверху МС, для соответственного «жирной» единице выхода.

Таблица 2

Матрица соответствий

	$X_1$	$X_3$	$X_5X_3$	$X_7X_3$	$X_9$	$X_2$	$X_8X_2$	$\bar{X}_7X_2$	
$X_2X_4X_8$	0	0	0	0	0	1	1	1	$\emptyset$
$X_1X_2X_4X_8$	<b>1</b>	0	0	0	0	1	1	1	$Z_1$
$X_3X_4X_8$	0	<b>1</b>	0	0	0	0	1	1	$Z_2$
$X_5X_3X_8$	0	1	<b>1</b>	0	0	0	1	1	$Z_3$
$X_7X_3X_5X_8$	0	1	1	<b>1</b>	0	0	1	0	$Z_4$
$X_9X_3X_5X_7$	0	1	1	1	<b>1</b>	0	0	0	$\bar{Z}_1$
$X_2X_5X_7X_9$	0	0	1	1	1	<b>1</b>	0	0	$\bar{Z}_4$
$X_8X_2X_5X_7$	0	0	1	1	0	1	<b>1</b>	0	$\bar{Z}_3$
$\bar{X}_7X_5X_2X_8$	0	0	1	0	0	1	1	<b>1</b>	$\bar{Z}_2$

По матрице соответствий (табл. 2) получаем систему уравнений:

$$Z_1 = X_1; \bar{Z}_1 = X_9; Z_2 = X_3; \bar{Z}_2 = \bar{X}_7 X_2; Z_3 = X_5 X_3; \bar{Z}_3 = X_2 X_8; Z_4 = X_7 X_3; \bar{Z}_4 = X_2. \quad (2)$$

Таким образом, очевидно, что метод полной минимизации стандартной позиционной структуры является более эффективным, а именно позволяет минимизировать число аппаратов, что способствует снижению стоимости пневмоагрегата, повышению быстродействия, упрощению наладки и обслуживания. Это можно увидеть на рисунке (рис. 3).

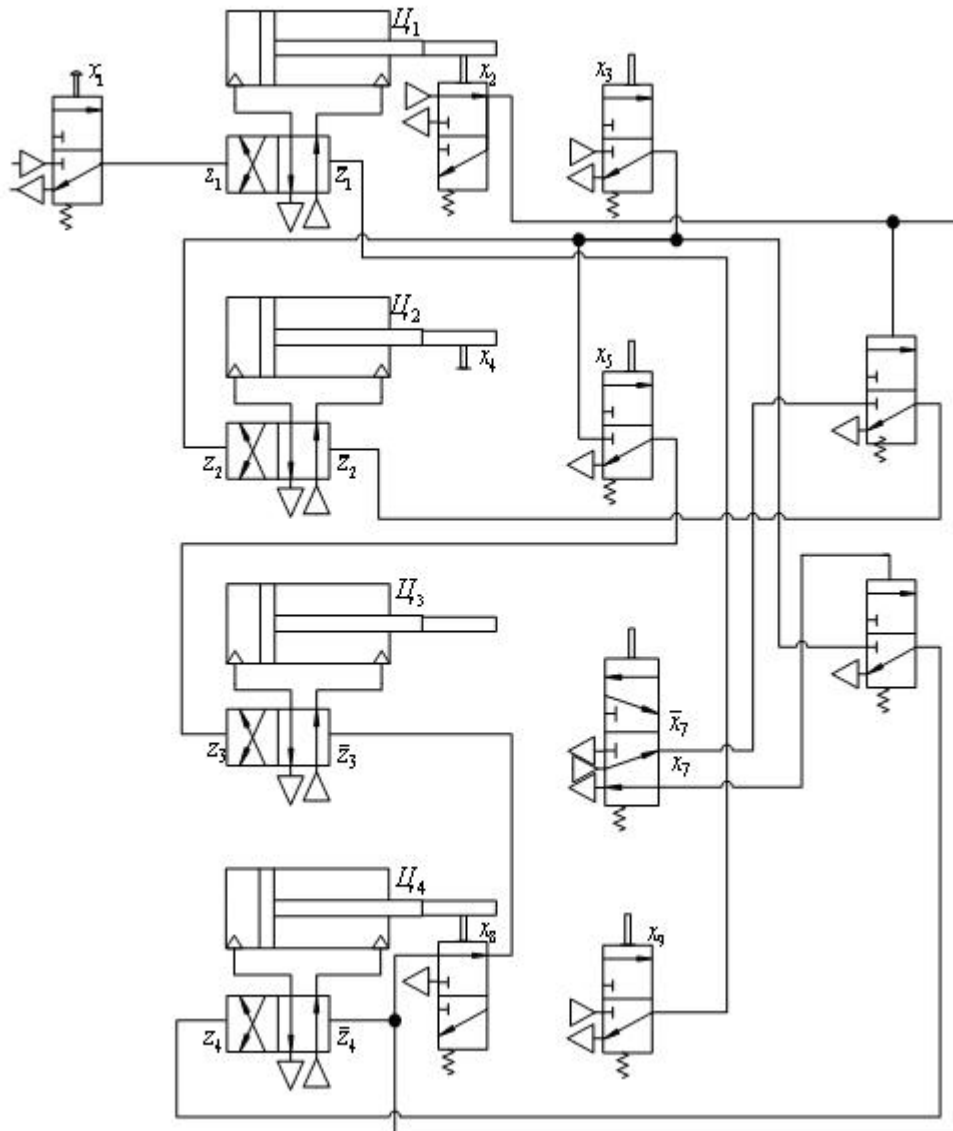


Рис. 3. Минимизированная пневматическая схема управления промышленным роботом

**Список литературы:** 1. Черкашенко, М.В. Автоматизація проектування систем гідро- і пневмоприводів з дискретним управлінням [Текст] / М.В. Черкашенко. – М.: Машиностроение, 1992. 2. Черкашенко, М.В. Структурний синтез і аналіз схем гідропневмоавтоматики [Текст] / М.В. Черкашенко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2007. – 297 с.

© Варибрус Р.С., 2012  
Поступила в редколлегию 15.02.12